

УДК 581.526.32

**В.П. Мартыненко, А.М. Дорофеев,  
С.Э. Латышев, М.С. Тухфатуллина**

## Макрофитная растительность озера Тиосто и ее динамика за 40 лет

Высшей водной растительности (макрофитам) принадлежит ведущая роль в круговороте вещества и энергии в озерных экосистемах. Макрофиты – ценный ресурс для животноводства, рыбного и охотничьего хозяйства, медицины. Общеизвестно их значение в биологическом самоочищении водоемов. Изучение макрофитной растительности, динамики зарастания озер необходимо для организации рационального использования их ресурсов, прогнозирования и предупреждения негативных изменений, вызываемых антропогенными факторами.

Цель настоящего исследования – изучить характер зарастания оз. Тиосто макрофитами, определить годовую продукцию и продуктивность, сравнить их показатели 1968 и 2008 гг., установить причинно-следственные связи.

**Материалы и методика.** Объектом исследования являлись оз. Тиосто и его макрофитная растительность. Оз. Тиосто расположено на северо-востоке Белорусского Поозерья. Площадь его зеркала 535 га, длина – 6,2, ширина – 1,1 км. Протяженность береговой линии – 21,4 км. Объем воды – 21,8 млн м<sup>3</sup>. Прозрачность воды 1,6 м [1]. Наиболее высокие склоны озера восточные. У д. Селезни берега низкие, в северной обмелевшей части водоема – заболоченные, сплавинные. Котловина Г-образной формы, вытянута с северо-запада на юго-восток. На озере имеется 11 островов. Берега и острова заросли хвойным и лиственным лесом.

До глубины 2–2,5 м литоральная и сублиторальная зоны выстланы песком и песчано-глинистыми грунтами, а на северо-западе илистыми отложениями. Глубже располагаются илы, под ними – сапропель. По комплексу признаков оз. Тиосто – типичный эвтрофный водоем.

Изучение макрофитной растительности озера выполнено по общепринятой методике [2] в июле 1968 г. и июле 2008 г., проводилось картографирование, определение продукции и продуктивности.

**Результаты исследования.** Оз. Тиосто характеризуется хорошо развитой высшей водной растительностью с тремя четко выраженными полосами зарастания: воздушно-водных растений, растений с плавающими на поверхности воды листьями и полосой широколистных рдестов. Невысокая прозрачность воды препятствует формированию в озере полосы водных мхов и харовых водорослей, представленных лишь фрагментами.

Пологая литоральная зона, наличие заливов и заводей, сложная береговая линия, разнообразие грунтов способствуют формированию в озере полосы воздушно-водных растений, представленной 12 ассоциациями (табл.). Основными строителями полосы являются рогоз узколистный (*Typha angustifolia* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и схеноплектус озерный (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla). Ширина зарослей полосы колеблется от 5 до 30 м.

Ассоциация рогоза узколистного (*Typha angustifolia* – ass.) приурочена главным образом к северной части водоема с илистыми грунтами. Ширина зарослей от 10 до 25 м. Высота растений – 2,5–3 м и выше. Обилие рогоза в фитоценозах от 3 до 5 баллов, проективное покрытие – от 40 до 70%. В фитоценозах рогоза обычно поселяется кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith.). Ее обилие может достигать 2 баллов, проективное покрытие – 20%. Кроме того в зарослях рогоза узколистного встречаются тростник обыкновенный, рдесты пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.) и сплюснутый (*P. compressus* L.), уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum* L.), ряски малая (*Lemna minor* L.) и трехдольная (*L. trisulca* L.), водокрас лягушачий (*Hydrocharis morsus-ranae* L.).

Таблица

**Ассоциации, их площадь, продуктивность  
и продукция макрофитов оз. Тиосто (июль 2008 г.)**

№ п/п	Название ассоциаций	Площадь ассоциации, га	Абсолютно сухой вес, г/м <sup>2</sup>	Общая фито-масса, т
1.	<i>Typha angustifolia</i>	7,5	780	58,0
2.	<i>Typha angustifolia</i> – <i>Nuphar lutea</i>	4,5	645	29,03
3.	<i>Typha angustifolia</i> – <i>Nymphaea candida</i>	0,3	610	1,83
4.	<i>Phragmites australis</i>	6,7	760	50,9
5.	<i>Phragmites australis</i> + <i>Typha angustifolia</i>	4,8	810	38,9
6.	<i>Phragmites australis</i> + <i>Schoenoplectus lacustris</i>	3,5	550	19,25
7.	<i>Phragmites australis</i> + <i>Typha angustifolia</i> – <i>Nuphar lutea</i>	2,7	675	18,25
8.	<i>Phragmites australis</i> – <i>Nuphar lutea</i>	2,0	400	8,0
9.	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	4,2	320	13,4
10.	<i>Schoenoplectus lacustris</i> – <i>Nuphar lutea</i>	2,7	350	9,45
11.	<i>Scolochloa festuacea</i>	0,3	90	0,27
12.	<i>Equisetum fluviatile</i>	0,8	210	1,68
13.	<i>Nuphar lutea</i>	6,5	140	9,1
14.	<i>Nuphar lutea</i> + <i>Nymphaea candida</i>	0,5	220	1,1
15.	<i>Nuphar lutea</i> + <i>Polygonum amphibium</i>	0,5	125	0,62
16.	<i>Nuphar lutea</i> – <i>Potamogeton lucens</i>	2,2	130	2,86
17.	<i>Trapa natans</i>	6,5	210	13,65
18.	<i>Nymphaea candida</i>	0,5	90	0,45
19.	<i>Polygonum amphibium</i>	0,3	60	0,18
20.	<i>Potamogeton natans</i>	0,5	125	0,625
21.	<i>Potamogeton lucens</i>	125,0	75	93,75
22.	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2,0	75	1,5
23.	<i>Potamogeton perfoliatus</i> – <i>Nuphar lutea</i>	0,5	165	0,825
24.	<i>Myriophyllum spicatum</i>	1,3	75	0,97
25.	<i>Stratiotes aloides</i>	0,3	150	0,45
26.	<i>Fontinalis antipyretica</i>	0,4	10	0,04
	Всего	187,3	–	376,46

Фитоценозы рогоза узколистного с кубышкой желтой, формирующие ассоциацию *Typha angustifolia* – *Nuphar lutea* – ass., характерны для литоральной зоны северной части водоема. Обилие рогоза узколистного от 3 до 5 баллов, проективное покрытие от 30 до 50%. Обилие кубышки желтой равно

2 баллам, проективное покрытие – 25%. Единично в фитоценозах встречаются рдест блестящий (*Potamogeton lucens* L.), кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida* J. et C. Presl.). Грунт – ил. Глубина 1–1,5 м.

Для северо-западной части озера характерна ассоциация рогоза узколистного с кувшинкой чисто-белой (*Typha angustifolia* – *Nymphaea candida* – ass.). Глубина 2 м. Грунт – ил. Обилие видов, слагающих ассоциацию, – по 4 балла, проективное покрытие рогоза узколистного – 50, кувшинки чисто-белой – 70%. В ассоциации встречены кубышка желтая, ежеголовник злаковидный (*Sparganium gramineum* Georgi), рдест блестящий.

Ассоциация тростника обыкновенного (*Phragmites australis* – ass.) представлена фитоценозами, встречающимися в литоральной зоне всех частей водоема. Его заросли чередуются с рогозом узколистным, схеноплектусом озерным. Ширина фитоценозов тростника обыкновенного от 5 до 30 м. Высота растений достигает 3 м и более. Грунт – чаще песок. Произрастает тростник от уреза воды до глубины 1,5 м. Обилие – в пределах 3–5 баллов. Проективное покрытие изменяется от 20 до 60%. В его фитоценозах встречаются кубышка желтая, рогоз узколистный, хвощ приречный (*Equisetum fluviatile* L.), ситняг игольчатый (*Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult), обилие которого может достигать 3 баллов.

На границе с рогозом узколистным тростник обыкновенный образует ассоциацию *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* – ass. Обилие видов составляет по 2 балла, проективное покрытие – по 20%. В фитоценозах отмечены схеноплектус озерный и кубышка желтая. Глубина произрастаний 1–1,5 м. Грунты – ил, песок.

В литоральной зоне северо-западной и восточной части озера произрастают фитоценозы тростника обыкновенного с рогозом узколистным и кубышкой желтой, формирующие ассоциацию *Phragmites australis* + *Typha angustifolia* – *Nuphar lutea* – ass. Обилие видов по 2 балла, проективное покрытие тростника обыкновенного и рогоза узколистного – по 15, кубышки желтой – 20%. Ассоциация приурочена к глубинам 1–2 м. Грунты – ил, песок.

Фитоценозы тростника обыкновенного с кубышкой желтой, относящиеся к ассоциации *Phragmites australis* – *Nuphar lutea* – ass., характерны для северной и восточной части литорали озера. Обилие тростника от 3 до 4 баллов, проективное покрытие – от 40 до 60%. Обилие кубышки желтой не превышает 3 баллов, проективное покрытие равно 50%. Фитоценозы произрастают на глубине от 0,7 до 1,5 м. Единично в фитоценозах встречается схеноплектус озерный. Грунты – ил, песок.

Фитоценозы, формирующие ассоциацию схеноплектуса озерного (*Schoenoplectus lacustris* – ass.), приурочены к северной и южной части водоема (рис. 1). Произрастают от уреза воды до глубины 1,5 м. Высота растений – 3 м. Обилие схеноплектуса озерного – 3 балла, проективное покрытие – 30%. Грунт – песок. В ассоциации единично встречены тростник обыкновенный, рогоз узколистный, кубышка желтая, горец земноводный (*Persicaria amphibia* (L.) S.F. Gray). На глубине 1–1,5 м в фитоценозы схеноплектуса часто внедряется кубышка желтая, с которой он образует ассоциацию (*Schoenoplectus lacustris* – *Nuphar lutea* – ass.). Обилие схеноплектуса озерного в ассоциации равно 3 баллам, проективное покрытие – 20%. Обилие кубышки желтой – 2 балла, проективное покрытие – 30%. В их заросли единично внедряется рдест блестящий.

У восточного побережья озера южнее острова Липовый отмечена редкая для Белорусского Поозерья ассоциация тростянки овсяничной (*Scolochloa festucacea* – ass.), произрастающая от уреза воды до глубины 1 м и представленная двумя фитоценозами. Обилие тростянки – 2 балла, покрытие – 15%. Грунт – песок.

Фитоценозы хвоща приречного, формирующие ассоциацию (*Equisetum fluviatile* – ass.), встречаются в литоральной зоне восточного побережья и южной части озера. Обилие хвоща приречного не превышает 3 баллов, проективное покрытие – 15%. Высота растений 1 м. Грунт – песок. Произрастает от уреза воды до глубины 0,7 м.

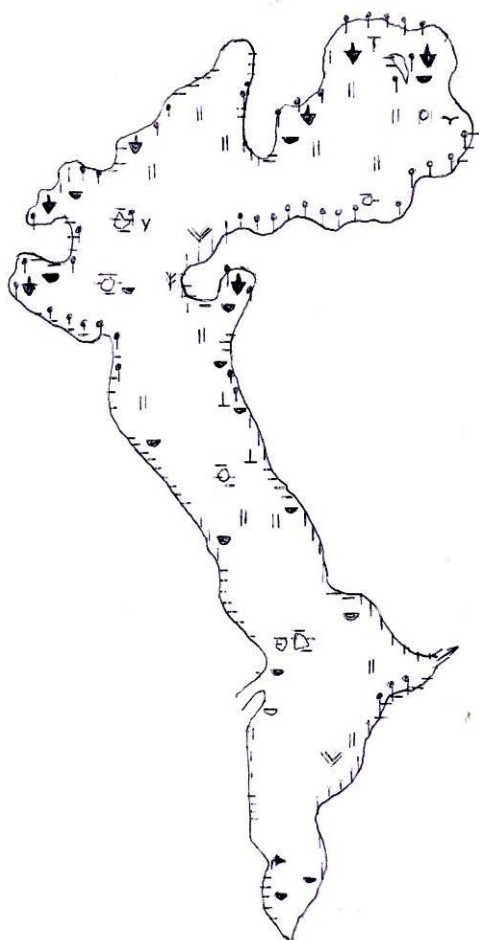


Рис. 1. Схема зарастания оз. Тиосто, 2008 г.

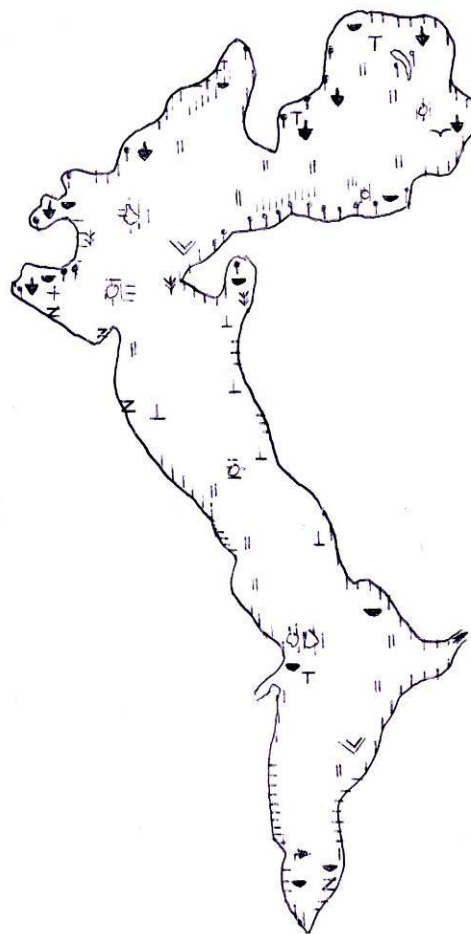
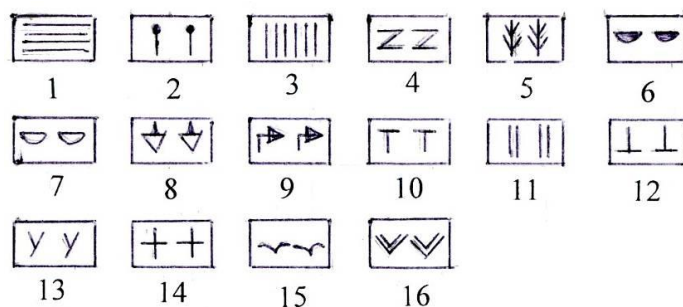


Рис. 2. Схема зарастания оз. Тиосто, 1968 г.

Условные обозначения:



1 – тростник обыкновенный; 2 – рогоз узколистный; 3 – схеноплектус озерный; 4 – манник большой; 5 – хвощ приречный; 6 – кубышка желтая; 7 – кувшинка чисто-белая; 8 – водяной орех; 9 – горец земноводный; 10 – рдест плавающий; 11 – рдест блестящий; 12 – рдест пронзеннолистный; 13 – уруть колосистая; 14 – роголистник погруженный; 15 – телорез алоэвидный; 16 – фонтиналис противопожарный.

Заметная изрезанность береговой линии, наличие множества заливов и заводей создают благоприятные условия для формирования хорошо развитой полосы растений с плавающими на воде листьями. Основными строителями ее являются фитоценозы кубышки желтой и водяного ореха (*Trapa natans* L.).

Ассоциация кубышки желтой (*Nuphar lutea* – ass.) сформирована многочисленными фитоценозами, произрастающими почти повсеместно за полосой воздушно-водных растений на глубинах от 1,5 до 2,5 м. Грунты – ил, песок. Обилие кубышки желтой в фитоценозах колеблется от 2 до 4 баллов, проективное покрытие – от 25 до 60%. В фитоценозы внедряются рогоз узколистный, водяной орех, рдесты пронзеннолистный, блестящий, сплюснутый.

Ограниченное распространение в озере имеют фитоценозы кубышки желтой с кувшинкой чисто-белой, образующие ассоциацию (*Nuphar lutea* + *Nymphaea candida* – ass.). Грунт – ил. Глубина 1,5–2,5 м. Обилие кубышки и кувшинки – по 2 балла, проективное покрытие – по 20%. В фитоценозах встречаются водяной орех, тростник обыкновенный, кубышка желтая, рогоз узколистный, горец земноводный.

Спорадически в озере отмечены фитоценозы кубышки желтой с горцем земноводным, относящиеся к ассоциации (*Nuphar lutea* + *Persicaria amphibia* – ass.). Обилие видов – по 2 балла. Проективное покрытие кубышки желтой – 20%, горца земноводного – 15%. Глубина произрастания – 1,5–2 м. Грунт – песок.

В заливах северо-западной части озера выявлена ассоциация кубышки желтой с рдестом блестящим (*Nuphar lutea* – *Potamogeton lucens* – ass.). Обилие кубышки желтой – 2, рдеста блестящего – 4 балла. Проективное покрытие – 40 и 60% соответственно. Глубина – 2–2,5 м. Грунт – ил. Единично в ассоциации встречается водяной орех.

Ассоциация водяного ореха (*Trapa natans* – ass.) представлена фитоценозами почти во всех заливах северо-западной и северной части озера, а также в заливе Дроздыня у восточного побережья (рис. 1). Обилие на периферии зарослей составляет 2–3 балла, в центре – 5–6 баллов. Проективное покрытие достигает 100%. В зарослях ореха встречаются кубышка желтая, кувшинка чисто-белая, рдесты плавающий, блестящий и пронзеннолистный. Их обилие – по 2 балла. Глубина произрастания водяного ореха от 1,5 до 2,5 м. Грунт – ил.

Ассоциация кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida* – ass.) представлена несколькими фитоценозами в северной части озера и на юге у впадения р. Овсянки. Обилие кувшинки чисто-белой – 3 балла, проективное покрытие – 50%. В ассоциации единично отмечены кубышка желтая, горец земноводный. Фитоценозы приурочены к глубине от 1,5 до 2 м. Грунты – ил, песок.

У восточного побережья за полосой воздушно-водных растений на глубине 1,5 м выявлены фитоценозы горца земноводного, относящиеся к ассоциации *Persicaria amphibia* – ass. Грунт – песок. Обилие горца достигает 4 баллов, проективное покрытие – от 40 до 70%. В фитоценозах его встречены кубышка желтая, кувшинка чисто-белая, рдест блестящий.

Ассоциация рдеста плавающего (*Potamogeton natans* – ass.) имеет ограниченное распространение. Фитоценозы его приурочены к заливам в северной части водоема, где располагаются за полосой воздушно-водных растений.

Обилие рдеста плавающего – 3 балла, проективное покрытие – 40%. В фитоценозах его встречены кубышка желтая и водяной орех.

Основным строителем полосы широколистных рдестов является рдест блестящий, занимающий локалитет за полосой растений с плавающими листьями. Фитоценозы, формирующие ассоциацию рдеста блестящего (*Potamogeton lucens* – ass.), достигают в оз. Тиосто широкого распространения среди «мягкой» растительности. Следуя флористической классификации озер С. Бернатовича [3], оз. Тиосто является водоемом типа рдеста блестящего, обилие которого в заливах и заводях достигает 4 баллов, проективное покрытие – 50%. В открытой акватории озера обилие равно 2 баллам, проективное покрытие – 15%. В фитоценозах встречены кубышка желтая, водяной орех, рдест пронзеннолистный. Произрастает рдест блестящий на глубинах от 2 до 3,5 м. Грунты – ил, песок.

Фитоценозы рдеста пронзеннолистного, формирующие ассоциацию (*Potamogeton perfoliatus* – ass.), занимают локалитет за полосой растений с плавающими листьями и приурочены к глубинам от 2 до 3,5 м. Грунты – ил, песок. Обилие рдеста пронзеннолистного равно 2 баллам, проективное покрытие – 15%. В фитоценозах выявлены кубышка желтая, мох фонтиналис противопожарный (*Fontinalis antipyretica* Hedw.).

В литоральной зоне восточного побережья озера к югу от залива Дроздыня произрастает ассоциация рдеста пронзеннолистного с кубышкой желтой (*Potamogeton perfoliatus* – *Nuphar lutea* – ass.). Обилие видов, слагающих ассоциацию, – по 2 балла, проективное покрытие – по 15%. Глубина произрастания ассоциации равна 2 м. Грунт – песок.

Ассоциация урути колосистой (*Myriophyllum spicatum* – ass.) характерна для северной части водоема. Приурочена к глубинам 1,5–2 м. Грунт – песок. Обилие урути колосистой – 4 балла, проективное покрытие – 60%. Единично в ассоциации встречена кубышка желтая.

В северной мелководной части озера выявлена ассоциация телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* – ass.). Грунт – ил. Глубина – 2 м. Обилие телореза – 3 балла, проективное покрытие – 50%.

Недостаточная прозрачность воды является препятствием для формирования полосы водных мхов и харовых водорослей. Ее фрагменты представлены мхом фонтиналисом противопожарным, образующим ассоциацию *Fontinalis antipyretica* – ass. у северо-восточного и юго-восточного побережий озера на глубинах от 2,5 до 3,5 м. Грунт – ил. Обилие фонтиналиса противопожарного не превышает 3 баллов, проективное покрытие – 30%.

**Обсуждение результатов.** Макрофитная растительность оз. Тиосто занимает 35% площади зеркала озера и образует за вегетационный период 70,2 г/м<sup>2</sup> абсолютно сухого вещества. За прошедшие 40 лет со времени первоначального исследования озера (1968 г.) произошли заметные изменения в его покрове. Заращение макрофитами увеличилось незначительно с 33,4 до 35%, но продуктивность возросла с 56,8 до 70,2 г/м<sup>2</sup>. За вегетационный период макрофиты оз. Тиосто продуцируют биомассу, равную 376,5 т (табл.).

Полоса воздушно-водных растений занимает 22,3% от площади всех макрофитов. В 1968 г. на нее приходилось 18,45% от площади всех водных растений. Площадь полосы растений с плавающими листьями возросла с 8 до 9,3%. Заращение озера широколиственными рдестами снизилось с 74 до 72,2%.

Раньше основными продуцентами органического вещества в озере среди макрофитов являлись ассоциации полосы широколистных рдестов. Спустя 40 лет ведущая роль перешла к воздушно-водным растениям, производящим

66,3% абсолютно сухого вещества. Главные продуценты – ассоциации, строителями которых являются рогоз узколистный и тростник обыкновенный.

За прошедшие 40 лет наиболее очевидные изменения в характере зарастания озера произошли в полосе воздушно-водных растений. В прошлом в литоральной зоне восточного побережья озера на протяжении более 1 км к югу от залива Дроздыня было отмечено несколько группировок тростника обыкновенного протяженностью не более 20 м каждая (рис. 2), обилие тростника в которых не превышало 2 баллов и 15% – проективного покрытия. На глубине вдоль побережья были отмечены редкие заросли рдеста пронзеннолистного. Отсутствие воздушно-водных растений и нимфеидов в литорали восточного побережья обусловлено песчано-галечными грунтами и волнобоем, что препятствует произрастанию макрофитов. Во время повторного детального исследования 2008 г. все восточное побережье заросло макрофитами. Литоральная зона побережья сплошь занята постоянно чередующимися фитоценозами рогоза узколистного, тростника обыкновенного, схеноплектуса озерного, обилие которых составляет по 3 балла, проективное покрытие – от 20 до 30%. Изредка отмечены группировки хвоща приречного. На периферии в их зарослях в сторону открытой акватории непременно присутствует кубышка желтая (обилие 2 балла, проективное покрытие – 20%). Кубышка желтая заняла и участки литорали, лишенные воздушно-водной растительности.

Расположенный севернее залив Дроздыня в 1968 г. был занят кубышкой желтой (обилие 4 балла, проективное покрытие – 60%). В 2008 г. кубышка желтая оказалась локализованной только вблизи побережья у сплавины и входа в залив. Основная акватория залива занята водяным орехом, обилие которого равно 6 баллам, проективное покрытие – 100%.

У д. Село и к югу на протяжении более 1 км в 1968 г. отмечены несколько фитоценозов манника большого (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb.) (рис. 2), обилие которого 5 баллов, проективное покрытие – 80%. В настоящее время все побережье у д. Село и к югу сплошь занято тростником обыкновенным и рогозом узколистным. Тростник чаще поселяется на прибрежном участке литорали. Рогоз узколистный сменяет его, поселяясь глубже. В пограничной полосе они формируют совместную ассоциацию. Обилие тростника и рогоза достигает 5 баллов, проективное покрытие – 80%. Высота растений превышает 3 м, ширина зарослей 20–25 м, а на периферии ее со стороны открытой акватории внедряется кубышка желтая (обилие – 2 балла, проективное покрытие – 20%).

Отмечены изменения в растительном покрове озера и у д. Селезни. Заросли схеноплектуса, произраставшие прежде, уступили место фитоценозам тростника обыкновенного и рогоза узколистного (обилие 5 баллов, проективное покрытие – 70%). Высота растений превышает 3 м. Ширина зарослей достигает 30 м (рис. 1). Фитоценозы схеноплектуса, преобладавшие прежде вокруг большинства островов, сменены зарослями тростника, в которые почти повсеместно внедряется кубышка желтая.

В связи со снижением прозрачности воды с 2,5 до 1,6 м уменьшилось зарастание озера растениями полосы широколистных рдестов. Доминирующее положение в ней, как и раньше (рис. 2), принадлежит рдесту блестящему (рис. 1).

За исследуемый период увеличилась площадь зарастания озера кубышкой желтой и водяным орехом. Водяной орех распространен в заливах с мягкими илистыми грунтами в северной части озера. Ассоциация его в оз. Тиосто прогрессирует. По причине массового развития и внутривидовой конкуренции в отдельные годы отмечено резкое снижение участия водяного ореха в неко-

торых локалитетах (залив Дроздыня), но затем происходит его восстановления.

**Заключение.** Изменения в характере зарастания оз. Тиосто за 40 лет (1968–2008 гг.) являются результатом воздействия как эндодинамических, так и экзодинамических факторов (главным образом антропогенных смен), вызванных хозяйственной деятельностью. В последние годы вследствие резкого сокращения сельскохозяйственного производства в водосборе оз. Тиосто приток биогенных элементов в озеро с водосборной территории уменьшился во много раз, но процесс его эвтрофирования продолжается в результате обогащения водоема веществами при интенсивном ведении сельского хозяйства в прежние десятилетия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Якушко, О.Ф.** Белорусское Поозерье / О.Ф. Якушко. – Минск, 1971. – 334 с.
2. **Катанская, В.М.** Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения / В.М. Катанская. – Л., 1981. – 186 с.
3. **Бернатович, С.** О флористических типах озер / С. Бернатович // Труды V конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. – Минск, 1959. – С. 81–88.

## S U M M A R Y

*40 years ago the first investigation of higher water vegetation in Lake Tiosto occurred. Since then the area of air water vegetation has increased but at the same time the overgrowth with immersed water plants has decreased. The reason is the increasing of the lake trophic in the connection with the getting biogenic substances from the adjoining territory during the active agricultural activity.*

*Поступила в редакцию 21.11.2008*

УДК 502.63

**А.С. Соколов, А.П. Гусев**

## Экодиагностика геосистем Днепровско-Сожского ландшафтного района

Для изучения возникновения и распространения экологических проблем и ситуаций разработан специальный научный подход – экодиагностика. Под экодиагностикой понимается географический анализ экологических ситуаций, направленный на выявление и изучение признаков, характеризующих современное и ожидаемое состояние окружающей человека среды, экосистем и ландшафтов, а также разработка методов и средств обнаружения, предупреждения и ликвидации негативных экологических явлений и процессов. Экодиагностика развивается в рамках геоэкологии и занимается разработкой целостной системы принципов пространственного анализа экологических проблем и ситуаций, причин их возникновения, особенностей распространения, их классификацией и картографированием, а также определением путей решений экологических проблем [1–4].



На базе имеющихся разработок в области экодиагностики [1–3] нами создана методика оценки экологических ситуаций в пределах ландшафтных районов (в качестве оценочных территориальных единиц использованы выделы видов ландшафтов). Объектом наших исследований являлись ландшафты Днепровско-Сожского ландшафтного района плосковолнистых аллювиальных террасированных и плоскогивистых пойменных ландшафтов с сосновыми, дубовыми, коренными мелколиственными лесами на болотах, лугами, расположенными в юго-восточной части Беларуси, в пределах Полеской провинции аллювиальных террасированных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов с сосновыми, широколиственно-сосновыми и дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах с болотами [5]. В пределах района выделяется 10 геосистем – ландшафтных контуров (выделов), относящихся к 2 группам родов, 3 родам, 4 под родам и 5 видам ландшафтов (рис. 1).

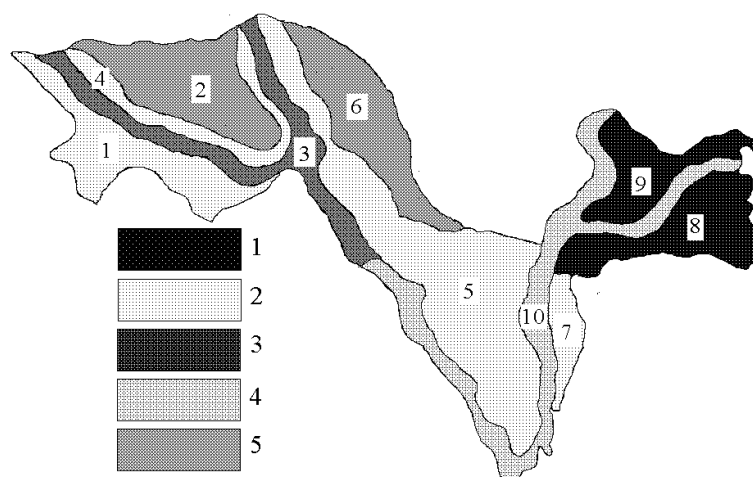


Рис. 1. Природные ландшафты Днепровско-Сожского ландшафтного района.

Условные обозначения: *группа родов* – низменные; *род* – аллювиальные террасированные слабо дренированные; *подрод* – с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей; *вид*: 1 – плосковолнистые с широколиственно-сосновыми орляково-зеленомошно-кисличными лесами на дерново-подзолисто-глееватых почвах, широколиственно-черноольховыми крапивными лесами на дерново-перегнойно-глеевых почвах; *подрод* – с поверхностным залеганием аллювиальных песков, 2 – плосковолнистые с сосновыми кустарничково-зеленомошными и лишайниково-кустарничковыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах, дубравами грабово-снитево-кисличными на дерново-подзолисто-глееватых почвах; *род* – пойменные разной степени дренированности; *подрод* – с поверхностным залеганием аллювиальных песков; *вид*: 3 – плоские с низинными гипново-осоковыми болотами, черноольховыми травяно-осоковыми лесами на торфяно-болотистых почвах, 4 – плоскогивистые со злаковыми гидромезофитными и крупнозлаковыми мезогидрофитными лугами, дубравами на дерново-глееватых и глеевых почвах, низинными разнотравно-злаковыми осоковыми болотами и черноольховыми травяно-осоковыми лесами на торфяно-болотных почвах; *группа родов* – средневысотные; *род* – вторичные водно-ледниковые умеренно дренированные; *подрод* – с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков; *вид*: 5 – волнистые с сосновыми лишайниково-кустарничковыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах, широколиственно-сосновыми орляково-зеленомошно-кисличными и дубовыми грабово-орляково-черничными лесами на дерново-подзолисто-глееватых почвах [5].

Для характеристики антропогенной трансформации ландшафтных выделов района были проанализированы основные факторы воздействия на них. Рассмотрены факторы трансформации ландшафтов, имеющие как площадной характер (пашни, сады, селитебные, лесохозяйственные, природоохранные ландшафты, луга и пастбища), так и линейные (железные и автомобиль-

ные дороги) и точечные (рекреационные объекты). Конкретные значения факторов были рассчитаны по топографическим картам.

Глубина трансформации природных ландшафтов и ее экологические последствия района различны и зависят от видов и интенсивности антропогенного воздействия на геосистемы, а также от устойчивости последних. Для оценки степени трансформации нами были рассчитаны индексы напряженности эколого-хозяйственного баланса [1], коэффициент естественной защищенности геосистем [4], индекс антропогенной преобразованности территории [6], индекс техногенной трансформации [7]. В качестве дополнительной характеристики трансформации природных ландшафтов использовался один из самых простых и распространенных показателей  $H$  – удельный вес нарушенных земель (городская, сельская и т.д. застройка, земли, нарушенные при добыче полезных ископаемых). Кроме того, важным интегральным показателем экологической ситуации может служить геоэкологический коэффициент, предложенный И.С. Аитовым [8]. Считается, что территориальный аспект экологического равновесия обусловлен оптимальным сочетанием (соотношением) интенсивно эксплуатируемых или сильно нарушенных геосистем (агроландшафты, урбололандшафты, техногенные ландшафты) и экстенсивно эксплуатируемых или слабо нарушенных естественных геосистем (лесные ландшафты), обеспечивающих отсутствие сдвигов в экологическом балансе более крупных геосистем [9]. Предельно допустимое состояние территории, выраженное в проценте площадей, занятых естественными (коренными) геосистемами, достаточное для поддержания экологического равновесия ( $C_d$ ), может считаться нормативом для каждого ландшафтного типа. И.С. Аитов [8] предлагает оценочный показатель – геоэкологический коэффициент, который рассчитывается по формуле:  $K_g = C_p / C_d$ , где  $C_p$  – % площади ненарушенных (коренных) геосистем на той или иной территории, в ландшафтном районе, ландшафте;  $C_d$  – % предельно допустимой площади ненарушенных (коренных) геосистем.

На основе имеющихся экспертных оценок [8–9] предельно допустимая площадь естественных геосистем (леса, болота) в пределах зоны широколиственных лесов составляет 30%. Если площадь естественных (малонарушенных) геосистем составляет меньше предельно допустимого значения, то возникает угроза потери экологического равновесия, а нарушения на значительных площадях приобретают необратимый характер.

Результаты расчетов указанных показателей приведены в табл. 1. Видно, что значения коэффициента абсолютной напряженности колеблются в широких пределах (от 0,27 до 10 единиц), что обусловлено, прежде всего, неравномерным распределением охраняемых природных территорий в пределах района. Коэффициент относительной напряженности изменяется в интервале 0,26–3,83 единицы. Минимальные его значения характерны для пойменных ландшафтов, максимальные – для вторичных водно-ледниковых ландшафтов. Индекс антропогенной преобразованности составляет от 3,40 (северо-западный выдел аллювиального террасированного ландшафта с поверхностным залеганием аллювиальных песков) до 5,21 (восточный выдел вторичного водно-ледникового ландшафта) единицы. Индекс техногенной трансформации колеблется в пределах от 2,05 (пойменный ландшафт Днепра и Березины) до 2,97 (восточный выдел вторичного водно-ледникового ландшафта). Очевидно, что три последних параметра показывают близкие результаты, что определяется близостью их методической оценки. Наибольшую нарушенность, преимущественно, имеют ландшафты, в пределах которых расположены города и крупные населенные пункты. Значения геоэкологического коэффициента изменяются от 0,61 (пойменный ландшафт Сожа и Ипути) до

2,29 (северо-западный выдел аллювиального террасированного ландшафта с поверхностным залеганием аллювиальных песков).

На основе имеющихся литературных источников [10, 1–2, 8] и экспертных оценок были установлены градации геоэкологического коэффициента, коэффициента относительной напряженности, показателя нарушенности, индекса техногенной трансформации и устойчивости геосистем к антропогенному воздействию, соответствующие категориям остроты экологических ситуаций. Более или менее четко можно охарактеризовать 5 степеней: удовлетворительную, напряженную (конфликтную), критическую, кризисную, катастрофическую.

Таблица 1

**Показатели напряженности экологической ситуации на территории  
Днепроовско-Сожского ландшафтного района**

№ выдела	Показатели напряженности экологической ситуации							Экологическая ситуация
	Ка	Ко	Кез	U <sub>АП</sub>	IT	Кг	Н, %	
1	10,0	0,71	0,54	4,13	2,73	1,82	14,0	Напряженная
2	0,53	2,42	0,46	4,82	2,80	0,97	6,8	Критическая
3	0,42	0,31	0,69	3,86	2,05	0,99	6,2	Напряженная
4	0,27	0,43	0,62	3,40	2,37	2,29	5,7	Удовлетворительная
5	0,93	0,66	0,52	4,12	2,71	1,68	6,7	Напряженная
6	3,39	3,83	0,41	5,21	2,97	0,62	9,5	Критическая
7	8,00	0,49	0,61	3,49	2,44	1,95	8,0	Удовлетворительная
8	0,77	1,12	0,42	4,52	2,79	1,26	9,9	Напряженная
9	0,55	1,11	0,58	3,85	2,45	1,60	6,7	Напряженная
10	1,31	0,26	0,65	4,06	2,41	0,61	10,1	Напряженная

Ка – коэффициент абсолютной напряженности [1]; Ко – коэффициент относительной напряженности [1]; Кез – коэффициент естественной защищенности [4]; U<sub>АП</sub> – индекс антропогенной преобразованности [6]; IT – индекс техногенной трансформации [7]; Кг – геоэкологический коэффициент [8]; Н – нарушенность (удельный вес нарушенных земель, %).

Анализ конкретных выделов ландшафтов на основе указанных показателей с учетом имеющихся экологических проблем позволяет диагностировать экологические ситуации в пределах этих территорий (рис. 2). Наибольшая острота экологической ситуации наблюдается во вторичных водно-ледниковых ландшафтах, занимающих северо-западную часть Днепроовско-Сожского района. Экологическая ситуация здесь диагностирована нами как «критическая». Большая часть территории района характеризуется «напряженной» («конфликтной») ситуацией.

Аналогичным образом был проведен анализ экологической ситуации на территории соседних ландшафтных районов – Тереховского (расположенного к юго-востоку), Приднепровского (к юго-западу) Полесской ландшафтной провинции и Беседско-Сожского (в северу) Предполесской ландшафтной провинции (табл. 2). Результаты расчета показывают, что в целом Днепроовско-Сожский район отличается более низкими значениями показателей относительной и абсолютной напряженности, антропогенной преобразованности, нарушенности, а также имеет Кг значительно выше единицы.

Такое положение, несомненно, объясняется гораздо более благоприятными для хозяйственной деятельности природными условиями Тереховского, Приднепровского и Беседско-Сожского районов. Так, например, в пределах Тереховского ландшафтного района доминируют моренно-зандровые и вторичные водно-ледниковые ландшафты, благоприятные для развития сельско-

го хозяйства в силу наличия лессовидных суглинков, водно-ледниковых супесей, дерново-палево-подзолистых слабо оподзоленных почв, хорошего дренажа. Эти ландшафты характеризуются значительной распаханностью, низкой лесистостью и практически полным отсутствием охраняемых природных территорий.

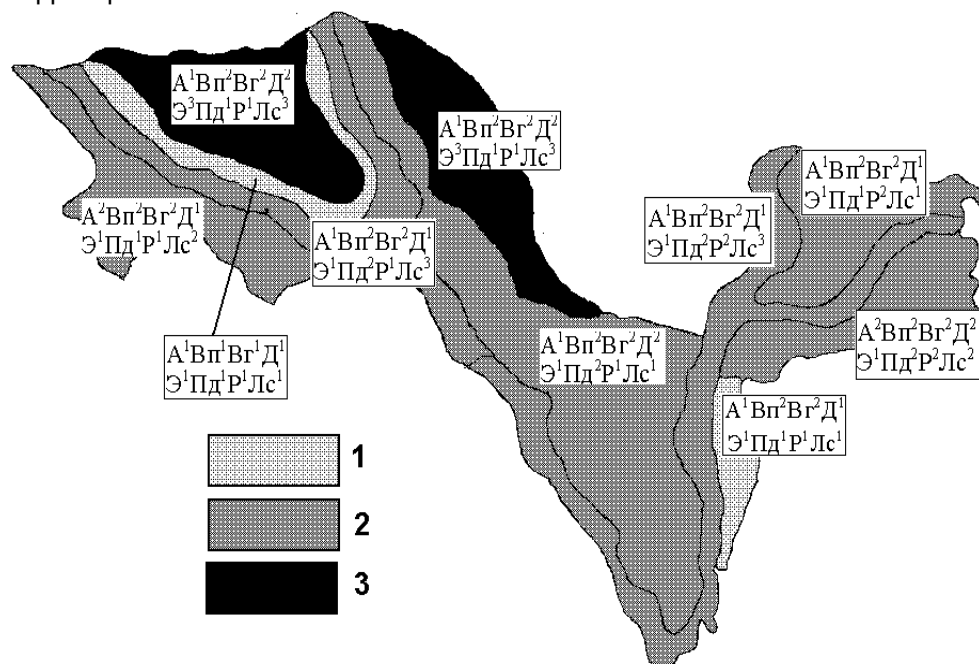


Рис. 2. Экологическое состояние и основные экологические проблемы геосистем Днепро-Сожского ландшафтного района.

Экологическая ситуация: 1 – удовлетворительная, 2 – напряженная, 3 – критическая. Индексы основных экологических проблем: А – загрязнение атмосферы, Вп – загрязнение поверхностных вод, Вг – загрязнение грунтовых вод, Д – дефляция осушенных торфяников, Э – водная эрозия, Пд – подтопление зданий, сооружений, сельскохозяйственных угодий, Р – радиоактивное загрязнение, Лс – деградация лесных экосистем. Степень проявления экологических проблем: 1 – практически отсутствует; 2 – проявляется локально вблизи источников воздействия; 3 – проявляется повсеместно или почти повсеместно.

Таблица 2

**Показатели напряженности экологической ситуации на территории ландшафтных районов юго-востока Беларуси**

Ландшафтный район	Ка	Ко	Кез	U <sub>Ап</sub>	IT	Кг	Н, %	Экологическая ситуация
Днепро-Сожский	0,94	0,81	0,54	4,25	2,62	1,58	8,6	Напряженная
Тереховский	7,56	3,02	0,46	5,00	2,85	0,70	6,8	Критическая
Приднепровский	18,00	1,54	0,49	4,29	3,14	0,88	10,8	Критическая
Беседско-Сожский	0,92	2,60	0,50	4,43	3,05	0,89	7,6	Критическая

Из полученных результатов видно, что для Днепро-Сожского района в целом и его отдельных выделов характерны относительно меньший уровень трансформации и острота экологических проблем по сравнению с соседними районами – Беседско-Сожским, Приднепровским и Тереховским. Экологическая ситуация на территории этих районов оценивается как критическая. Ос-

новой причиной такого положения является крайне низкий удельный вес лесных геосистем на территории указанных районов. В связи с этим Днепро-ско-Сожский район можно рассматривать в качестве ключевого района устойчивого развития [10], т.е. территории с преобладанием относительно стабильно функционирующих геосистем, прежде всего лесных геосистем, которые выполняют важные средообразующие функции, регулируют природные процессы и условия хозяйственного использования ресурсов, определяют экологическую обстановку в прилегающих ландшафтных районах. Исходя из этого, природоохранные мероприятия на территории Днепро-ско-Сожского ландшафта должны быть направлены на поддержание экологической стабильности сопредельных территорий.

*Исследования выполнены при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Х07М-080).*

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. **Кочуров, Б.И.** География экологических ситуаций (экодиагностика территории) / Б.И. Кочуров. – М.: ИГ РАН, 1997. – 131 с.
2. **Кочуров, Б.И.** Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
3. **Кочуров, Б.И.** Экодиагностика и сбалансированное развитие / Б.И. Кочуров. – Москва–Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
4. **Егоренков, Л.И.** Геоэкология: учеб. пособие / Л.И. Егоренков, Б.И. Кочуров. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
5. **Ландшафты Белоруссии** / под ред. Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицуновой. – Минск: Университетское, 1989. – 239 с.
6. **Шищенко, П.Г.** Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко. – Киев: Выща шк., 1988. – 192 с.
7. **Соколов, А.С.** Техногенная трансформация ландшафтов Гомельского района / А.С. Соколов // Трансграничное сотрудничество в области охраны окружающей среды: состояние и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., 12–14 октября 2006 года. – Гомель: ГГУ им Ф. Скорины, 2006. – С. 175–179.
8. **Аитов, И.С.** Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории: (на примере Нижневартковского региона): автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.32 / И.С. Аитов; Нижневарт. гос. гуман. ун-т. – М., 2006. – 18 с.
9. **Реймерс, Н.Ф.** Особо охраняемые природные территории / Н.Ф. Реймерс, Ф.Р. Штильмарк. – М.: Мысль, 1978. – 295 с.
10. **Емельянов, А.Г.** Основы природопользования / А.Г. Емельянов. – М.: Академия, 2004. – 296 с.

## S U M M A R Y

*The results of ecological diagnostic of Dnieper-Sozh landscape district are shown in the paper. Ecological situation in this district and in neighboring ones is defined to be tense, so Dnieper-Sozh district can be considered as a key territory of sustainable development of south-eastern Belarus.*

*Поступила в редакцию 14.07.2008*